농촌마을종합개발사업에서 상하수도시설의 합리적 계획방향에 관한 기초적 연구

A Study on the Rational Planning of Water Supply and Sewage System for Rural Village Development Projects

김 환 용*
Kim, Hwan-Yong

Abstract

This study on the rational planning of water supply and sewage system for rural village development projects. Present, when establishment and standard about maintenance of water supply and sewage system were not presented in rural village synthesis development projects, it is real condition that service industry is depending on presenting simple plan in basis planning phase and business enforcement step. This study wishes to present basic data so that can be planned more rationally and enforce and contribute in rural village synthesis development projects water supply and sewage system that is enforced as part of rural village synthesis development projects.

키워드 : 농촌마을개발사업, 상하수도시설, 계획방향
Keywords : Rural village development projects, Water supply & sewage system

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

1970년대 초반 새마을운동을 필두로 1980년대 농어촌주거환경개선사업은 정부주도하의 물리적인 방법으로 농어촌을 정비하고, 도시적 편의성을 추구하는 방향으로 전개되었으며, 90년대에는 농어촌정주권개발사업을 시작으로 마을단위의 시설과 인프라 구축의 물적 정비 사업에 중점을 두고 진행되었다. 2000년대 농어촌주거환경개선사업은 과거 1980, 90년대의 정부주도하향식계획과는 달리 정부와 전문가 그리고 주민들이 함께 농어촌의 다양한 가치를 창출하고 지역주민이 중심이 되는 상향식 개발전략을 지향하며, 도시와의 교류를 통한 농어촌의 활성화를 추진하는 정책들이 구체적으로 가시화되어 시행되고 있다. 이러한 정부의 정책 하에 시행되고 있는 농촌마을종합개발사업의 세부적인 사업내용은 지역실정에 따라 마을의 소공원조성, 담장정비, 마을 숲 정비, 빈집철거 등의 경관개선과 농산물가공시설, 공동 집하시설 등의 소득기반시설확충과 마을기획 컨설팅, 홍보마케팅, 주민교육 프로그램 개발 등의 소프트웨어관련사업 그리고 마을 내 도로정비, 주차장확보, 주택의 신·개축, 상하수도 등의 기초생활환경정비시설의 지원과 함께 지역혁신을 위한 관련사업과 소 권역별 잠재자원을 발굴하고, 활용하여 지역특성에 맞도록 다양한 유형의 농촌생활공간

* 정회원, 경상대학교 건축학부 조교수, 공학박사

정비를 추진하는 것이다.[1)2)]

이러한 세부사업에서 특히 상수도는 인간생활에 필요로 하는 음용수를 위생적이고 안정되게 공급하고, 산업시설에서 요구되는 수질의 용수를 적절히 공급해야하며, 하수처리시설은 오폐수의 정화에 의한 마을 주변 소하천의 수질개선과 유지 및 생태계보호를 위해 꼭 필요한 시설로 주민의 위생, 건강과 환경오염 등에 크게 영향을 미칠 수 있다. 그러나 현재 농촌마을종합개발계획에서는 상하수도시설의 설치 및 유지관리에 관한 기준이 제시되어있지 않은 상태에서 기본계획 및 사업시행단계에서 업체가 제시하는 단순한 계획에 의존하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 농촌마을종합개발사업의 일환으로 시행되는 상하수도시설이 보다 합리적으로 계획되고 시행될 수 있도록 기초적인 자료를 제시하여 농촌마을종합개발사업의 기초생활환경정비에 기여하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 농촌마을종합개발사업을 바탕으로 관련 문헌을 통해 사업개요와 추진경위 및 체계를 살펴보고, 세부사업 중 기초생활환경시설분야의 상하수도시설에 초점을 맞춰 관련기관의 통계자료를 수집하여 전국의 상하수도의 보급현황과 사용실태를 파악하고, 실제 마을종합개발사업이 추진되고 있는 경상남도 함안군 월촌권역 상하수도시설과 비교, 검토한다. 특히, 월촌권역 마을종합개발사업에서 상하수도시설의 사례를 바탕으로 대상지역 인구의 증감을 예측한다. 예측결과의 인구수에 따라 지역실정에 맞는 시설계획과 특성을 분석하여 향후 농촌마을종합개발사업의 일환으로 시행되는 상하수도시설 계획의 방향과 기초적 자료를 제시한다.

1) 김승근, 농촌마을 종합개발사업의 계획방향에 관한 연구, 한국농촌건축학회논문집, 제7권 3호 통권21호 2005. 10.

2) http://www.ekr.or.kr 한국농촌공사, 농어촌생활환경개선

2. 농촌마을종합개발사업

2.1 사업의 개요

농촌마을종합개발사업의 내용은 지역실정에 따라 기초생활시설, 소득확충시설 및 농촌의 다원적 기능을 소규모 권역별로 특성화하여 시설설치를 지원하고 있다. 이 사업은 면단위, 마을단위의 행정구역 범위가 아닌 소규모 권역단위로 동일한 생활권, 영농권, 수리권에 해당하는 권역을 개발하는 종합개발방식을 채택하고 있으며 기초생활시설로는 도로, 주차장, 상하수도 등을 정비하게 된다.[3)]

2.2 사업추진경위 및 체계

농촌마을종합개발사업을 추진함에 있어 계획수립자는 기본계획(기본조사, 사전환경검토, 문화재지표조사 등)의 수립 및 기술지원(설계, 감리, 사후관리)과 지역발전 컨설팅 등의 계획을 수립하도록 되어있다. 그림 1에 사업시행체계[4)]를 나타낸다. 예비계획수립에서부터 시행단계에 걸쳐 지역주민의 참여를 유도하고 있음을 알 수 있다.

그림 1 사업시행체계

3) 김강섭, 이상정, 농촌지역 개발정책의 변천과정과 특성에 관한 연구, 한국농촌건축학회논문집, 제6권 3호 통권18호 2004. 10.

4) 한국농촌공사, 농어촌생활환경개선사업, 농촌마을종합개발사업시행 체계도 참조

3. 전국의 상하수도시설[1)2)]

3.1 상수도 시설

(1)상수도의 목적 및 효과

상수도는 주민의 일상생활과 가장 밀접한 관련을 가지고 있으며, 경제활동에 있어서 가장 근본적인 요소이고 주민복지를 위한 최소한의 기본요건으로 주민에게 값싼 양질의 물을 공급하는 것이 최우선의 과제이다. 상수도의 목적은 인간생활에서 필요로 하는 음용수를 위생적으로 안정되게 충분히 공급하고, 산업시설에서 요구되는 수질의 용수를 적절히 공급하는데 있다. 상수도는 보건 위생상, 산업 및 방화상 중요한 급수기능을 가진 원동력으로 주요한 기본시설이며, 인간생활에 불가결한 것으로서 상수도의 3대 요소로는 수량, 수압, 수질이 있다. 위생적으로 안전한 물을 공급함으로써 생활환경이 청결하게 되어 이질, 장티푸스, 파라티푸스, 콜레라 등의 수인성 전염병을 예방할 수 있다. 또 수세식화장실 이용이 가능해짐으로써 인간 생활이 현저하게 개선되어 건강과 문화적인 생활을 향유하게 하는 보건위생상의 효과와 우물물 등을 먼 곳으로부터 운반해 오는 데 요하는 시간과 노력이 절약되어 노동, 생산, 오락, 교양 등에 활용하게 되었다. 도시의 발전과 각종 산업의 발달을 가져올 수 있는 원동력이 되고 오염된 물을 사용함으로써 발생되는 기계의 마모, 부식 제품의 품질저하, 관의 폐쇄 등을 방지할 수 있다. 도시 건축물의 고층화, 밀집화 경향에 따른 소방 능력의 부족을 상수도 시설을 이용함으로써 소방기능을 향상시키고 인명과 재산피해를 해소시킴으로서 간접적으로 도시번영의 기초를 마련하는 효과가 있다.

(2) 상수도 보급현황

2004년 12월말 현재 우리나라에서는 1,015개 급수구역(84시, 212읍, 719면)내에 전체인구의 90.1%인 약 44,187천명이 상수도를 공급받고 있으며, 상수도 시설용량은 1일 23,156천㎥이다. 연도별 상수도 보급현황은 표 2와 같다.

표 2 연도별 상수도 보급현황

구분	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
총인구 (천명)	46,876	47,171	47,543	47,977	48,289	48,518	48,824	49,053
급수인구 (천명)	39,607	40,190	40,948	41,774	42,402	43,021	43,633	44,187
보급률 (%)	84.5	85.2	86.1	87.1	87.8	88.7	89.4	90.1
시설용량 (천m^3/일)	23,960	25,695	26,590	26,980	27,751	28,561	28,462	23.156
1인1일급수량(ℓ)	409	395	388	380	374	362	359	365

1인1일당 급수량은 365ℓ로 96년 이후 감소하는 추세인데, 이는 절수기 설치와 물 절약운동의 전개 등으로 물 사용량이 줄었기 때문인 것으로 분석된다. 표 2에 연도별 상수도 보급현황을 나타낸다. 지역규모별로 상수도 보급수준을 비교해 보면 7개 특·광역시가 98.8%, 시지역이 97.3%, 읍지역이 82.5%이며, 면단위이하 농어촌지역이 35.2%로 시지역과 비교하여 약2.8배 낮은 수준이며, 읍지역과 비교해도 약2.4배 낮아 농어촌지역은 아직도 간이상수도 또는 소규모급수시설에 의존하고 있는 실정이다. 표3에 지역규모별 상수도 보급수준을 나타낸다.

표 3 지역규모별 상수도 보급수준

구 분	총인구 (천명)	급수인구 (천명)	보급률 (%)	시설용량 (천m^3/일)	급수량 (천m^3/일)	1일1인당 급수량(ℓ)
전 국	49,053	44,187	90.1	23,156	16,145	365
광역시	23,068	22,793	98.8	14,930	8,145	358
시지역	16,618	16,166	97.3	6,146	6,071	376
읍지역	4,076	3,364	82.5	1,347	1,255	373
면지역	5,291	1,864	35.2	733	666	357

상수도 이외의 시설을 이용하고 있는 인구는 간이상수도가 1,793천명(3.7%), 소규모급수시설

1) 환경부 통계자료연감
2) 건설교통부 통계자료연감

이용인구는 674천명(1.4%), 전용상수도 이용인구는 297천명(0.6%)이고 이 밖에 우물 등을 이용하는 인구는 2,102천명(4.3%)이다.

(3) 상수도 관련시설

2004년 12월말 현재 지방자치단체 보유 정수장 시설용량은23,156천㎥/일이며, 서울시가5,400천㎥/일(23.3%), 경기도가 2,783천㎥/일(12.0%)의 시설용량을 보유하고 있다. 우리나라 수도관 총연장은127,027㎞이며, 도수관(취수시설→정수장)이 1,439㎞로 1.1%, 송수관(정수시설→배수구역)은 5,973㎞로 4.7%, 배수관(배수지→배수펌프)은 59,406㎞로 46.8%, 급수관(배수관→가정 등 일반 수용가)은 60,209㎞로 47.4%를 차지한다. 수도관 총연장에서 설치 후 21년 이상 된 관은 17,953㎞(14.1%)이며, 16~20년 사이는 23,918㎞(18.8%), 11~15년에는 30,988㎞(24.4%), 6~10년에는 27,255㎞(21.5%), 5년 이내는 26,912㎞(21.2%)이다.

(4) 관 종류별 보급현황

관 종류별로는 주철관 44,815km(35.3%), 합성수지관(PVC) 24,815km(19.5%), 스테인레스관 20,900km(16.5%)의 순이며 아연도금강관, 강관, 동관이 12,052km(9.5%)를 차지하고 기타 콘크리트, 시멘트관 등이 24,445km(19.2%)를 차지하고 있다.

3.2 하수도 시설

(1) 하수도의 목적 및 효과

하수도는 일반적으로 자연유하에 의해 오폐수를 배제하기 때문에 그 지역의 지형을 고려해서 인구밀도, 강우량, 도로망, 도로 폭, 재래수로, 방류예정 하천과의 수위관계, 펌프장, 처리장의 입지조건을 상세하게 조사할 필요가 있다. 하수도의 역할은 생활환경의 개선, 우수배제에 의한 침수방지, 공공수역의 수질보전, 하수처리수의 자원이용 등을 들 수 있고, 하수관거의 시설계획 및 설계의 주의사항은 계획수량에 대하여 필요한 단면적을 확보할 것과 동결심도 이하에 매설할 것, 유량이 적을 경우에도 관내에 토사가 퇴적하지 않을 것 등이다.

(2) 하수도 보급현황

2004년 12월말 현재 행정구역내 거주하는 주민등록인구를 기준으로 마을하수도를 포함하여 공공하수종말처리시설 및 폐수종말처리시설을 통해 처리되는 하수처리구역 내 하수처리인구비율로 산정한 하수도보급률은 81.4%이며, 전국에 가동 중인 하수종말처리시설은 268개소에 시설용량은 21,534,745톤/일이고, 마을하수도는 1,153개소에 시설용량은 83,034톤/일이다. 연도별 하수도 보급현황은 표 4와 같다.

표 4 연도별 하수도 보급현황

구분	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
총인구 (천명)	46,876	47,171	47,543	47,977	48,289	48,518	48,824	49,053
처리인구 (천명)	28,559	31,099	32,539	33,843	35,369	36,760	38,449	39,924
처리시설 (개소)	93	114	150	172	184	207	242 (878)	268 (1,153)
보급률 (%)	60.9	65.9	68.4	70.5	73.2	75.8	78.8	81.4
시설용량 (천m3/일)	15,038	16,616	17,712	18,400	19,230	20,233	20,954	21,617

※( )는 마을하수도 시설개소임.

최근에는 도시지역의 하수종말처리사업과 별도로 농어촌지역의 생활환경개선과 상수원 수질오염 방지를 위해 농어촌하수처리사업을 면단위하수도사업과 마을단위하수도사업으로 구분하여 추진하고 있다. 실례로 농림부는 농어촌정비법에 의해 시행하는 문화마을사업에서 마을하수도를 설치하고 있으며 행정자치부는 농어촌주거환경개선사업을 시행하면서 마을단위하수도를 설치하고 있다. 2004년 말 현재 국내 시·도별 하수도 보급률은 서울특별시 99.4%, 광주광역시 98.0%, 대구광역시 96.5%, 대전광역시 94.4% 순

으로 높게 나타나고 반면, 충청남도 49.3%, 전라남도 57.6% 로 비교적 낮은 수준이다. 참고로 1999년 기준 선진외국의 하수도 보급률[1]은 표 5와 같다.

표 5 외국의 하수도 보급률 (단위 : %)

캐나다	미국	오스트리	영국	독일	네덜란드	스위스	스웨덴	일본	한국
78.0	70.8	74.7	88.0	88.6	96.0	94.0	93.0	55.0	68.4

(3) 하수관거 현황

우수배제를 주목적으로 설치되는 하수관거는 2004년 12월말 현재 하수처리의 정맥역할을 하며 총 설치연장은 82,214km로 하수도정비기본계획상의 계획연장 120,814km의 68.1%이며, 이중 우수와 오수를 동시에 배제하는 합류식 하수관거는 47,255km로 57.5%를 차지하고, 우수와 오수를 분리하여 배제하는 분류식은 34,959km로 42.5%를 차지한다. 연도별 하수관거의 보급현황은 표 6과 같다.

표 6 연도별 하수관거 보급현황 (단위 : km)

구 분		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
계획연장		92,391	96,728	103,280	107,623	112,567	116,141	119,521	120,814
시설연장	총 계	58,671	62,330	64,741	68,195	71,839	75,859	78,605	82,214
	합류식	38,148	40,160	41,437	42,878	44,534	45,680	46,167	47,255
	분류식	20,523	22,170	23,304	25,317	27,305	30,179	32,438	34,959
관거보급률(%)		63.5	64.4	62.7	63.4	63.8	65.3	65.8	68.1

각 시·도별하수관거 보급률은 서울특별시는 100.0%, 대전광역시는 95.0%로 높은 수준이며, 충청남도 42.6%, 전라북도 51.8%, 전라남도는 51.2%로 비교적 낮은 수준이다. 경상남북도는 각각 61.4%와 60.8%로 중간정도이나 최근 2~3년간 빠른 증가를 보이고 있다.

1) OECD ENVIRONMENTAL DATA COMPENDIUM, 1999.

4. 함안군 월촌 권역의 상하수도 시설[2]

4.1 지리적 특징

함안군은 한반도의 동남단 경상남도의 중앙에 위치하며 동으로는 창원시, 남으로는 마산시, 서로는 진주시, 북으로는 의령·창녕군과 인접하고 있다. 군북면은 함안군의 서쪽에 위치하고 1개읍과 4개 면을 경계로 동쪽은 가야읍, 서쪽은 진주시 사봉면, 남쪽은 마산시 진북면, 북쪽은 법수면과 의령군 의령읍이 인접해 있으며, 총면적 80.46km^{2}로 함안군에서 가장 넓은 면적을 차지하고 있다. 월촌 권역은 군북면의 북서쪽에 위치하고 있으며 법정리 3개리, 행정리 5개리, 자연마을 18개의 마을로 구성되어있고 총면적 12.97km^{2}로 군북면의 16.12%를 차지한다.

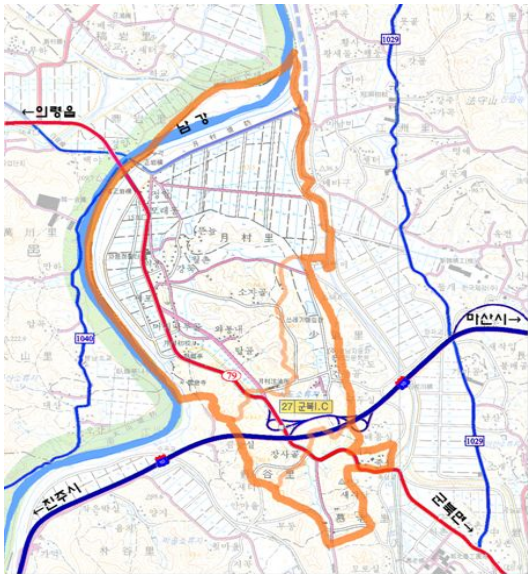

그림 1 함안군 월촌 권역

4.2 상수도 보급현황

함안군 군북면은 지방상수도가 생활기반시설로 설치되어 있다. 군북면 급수지역 내 총인구는 8,226명이며 이중 3,284명이 급수혜택을 받고

2) 경상남도 함안군 월촌 권역 농촌마을종합개발사업 기본계획, 함안군, 한국농촌공사, 2006. 2.

있어 보급률은 39.9%로 전국 면단위 농어촌지역 평균보급률 35.2%보다 4.7%를 상회하는 수준이다. 1일급수량은 790,000[m^3/일]이며, 1일 1인당 급수량은 241ℓ에 불과해 전국 면단위지역 평균의 357ℓ와 비교하면 매우 열악한 실정이다. 함안군과 군북면의 상수도 보급수준을 표 7에 나타낸다. 광역상수도가 보급된 지역도 간이상수도를 사용하고 있으며, 아직은 간이상수도가 농촌사회의 주식수원으로 역할을 하고 있다.

표 7 함안군, 군북면 상수도 보급수준

구 분	총인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	시설용량 (천m^3/일)	급수량 (천m^3/일)	1일1인급수량(l)
함안군	64,284	39,578	61.6	3,680	10,399	263
군북면	8,226	3,284	39.9	980	790	241

2005년 11월 현재 월촌 권역 상수도 보급현황을 표 8에 나타낸다. 모로리와 사도리의 경우 전체 가구에 보급되고 있으나, 월촌리는 마을에서 멀리 떨어진 9가구에 보급되지 않았다.

표 8 월촌 권역 상수도 보급현황

구 분		급수전수 (전)	급수가구수 (호)	사용량(톤)	비고
군북면	모로리	102	102	1,375	11월 사용량현황
	사도리	46	46	898	
	월촌리	504	513	6,896	

모로리, 사도리, 월촌리, 정암리 까지 진입로를 따라 150m/m의 주배관이 매설되어있고 각 마을로 80m/m, 75m/m 또는 50m/m의 배관이 매설되어있다. 배관 중간의 적소에 증설이나 수리를 위한 제수변과 지수전이 설치되어있고, 배관 내 물 빼기를 위한 스트레나가 요소에 설치되어있다. 현재의 규모 및 급수용량의 검토에서 가구 수 또는 인구수로 볼 때 충분하다고 판단되나 향후의 가구 수 및 인구수 변화에 따른 급수용량의 검토가 필요하다고 사료된다.

4.3 하수도 보급현황

현재 월촌 권역 내는 하수처리시설이 전무하며 모두 권역 내 개천으로 자연방류하고 있는 실정이고 개천의 하수는 인근의 남강으로 유입되어 오염이 가중되고 있는 실정이다.

표 9 하수관거 및 하수처리시설 현황

구분	하수관거(km)		하수처리시설			
	계획 연장	시설 연장	시설 위치	처리방식	용량(톤/일)	비고
함안군	415.09	267.04	가야	산화구	6,800	가동중
			대산	SBR	600	공사중
			칠서	SBR	300	공사중
			칠원	-	2,600	계획중
			군북	-	700	계획중
군북면	73.36	40.27	마을하수도추진계획(2003~2012), 처리장 : 5개소, 처리용량 : 595m^3/일			
월촌권	3.95	-	3개소 계획			
월촌리	3.95	-	마을단위오수처리시설예정(90톤/일)			

함안군의 하수도 보급률은 23.73%로 매우 낮아 날로 심각해지고 있는 자연환경을 보전하기 위하여 하수종말처리시설을 설치하여 각종 생활하수를 정화시켜 방류하고 있으나, 주거형태가 집단화 형태로 이루어지지 아니한 지역의 여러 마을을 차집관로 등의 부설로 연계처리 할 경우 사업비 및 운영비가 과다하게 소요된다. 따라서 오염원 배출의 근원지인 마을단위의 하수를 처리함으로써 사용절감은 물론 처리수를 재활용하여 필요시 농업용수로 활용할 수 있고, 또한 주민들의 환경보호의식을 더욱 증대시킬 수 있도록 마을단위 간이오수처리시설 설치사업을 시행할 필요가 있다고 사료된다. 그림 2에 마을하수도의 스크린설치 예[1]를 나타낸다.

그림 3 마을 하수도의 스크린 설치 예

1) 환경부 하수도통계자료를 참고함.

4.4 오폐수처리시설

오폐수처리시설은 오폐수를 한곳에 모아 침전·분해 등의 물리적, 생물학적, 화학적 방법에 따라 정화하는 전처리설비, 1차 처리설비, 2차 처리설비, 침전조, 소독조 및 그 외 부대설비를 갖춘 시설로서 BOD 제거율 70% 이상, 방류수의 BOD 40ppm 이하의 중급처리방식과 BOD 제거율 85% 이상, 방류수의 BOD 20ppm 이하의 고급처리방식이 있다. 중급처리방식에는 살수여상방식과 장기폭기방식이 있고, 고급처리방식에는 장기폭기방식, 접촉산화방식, 표준활성오니방식, 현수미생물접촉방식 등이 있다.

오폐수처리시설은 월촌 권역 농촌마을종합개발사업의 일환으로 주민생활편의시설의 재정비와 농촌생활환경개선 및 오폐수의 정화에 의한 마을 주변 소하천의 수질개선과 뜬 늪의 생태계 및 수질의 복원유지를 위한 오염방지에 목적을 두고 있으며 기본계획방향은 다음과 같다. 첫째 환경 친화적 설계로 주변 환경과 자연생태계의 보존, 악취, 해충 등의 2차 공해요소를 제거한다. 둘째 처리의 안정성확보로 유입오폐수의 특성에 적합한 오폐수처리공정선택과 향후 방류수질기준 강화에 대비한다. 셋째 경제성과 시공성 고려로 에너지절감시스템을 적용하고 순수 국산자재의 시설 및 기술을 적용한다. 넷째 효율적인 운영관리로 자동화 운전개념 도입하고 사전운전 감시체제를 통해 사고를 예방한다.

4.5 오폐수량 산정 및 처리방식

오폐수량 산정은 주민수 또는 가구 수로서 산정하며 개략적인 오수량은 1인 1일 기준으로 수세식화장실은 오수 0.05[m^3/인·일], 주방배수는 0.03[m^3/인·일], 목욕 및 세탁배수 0.12[m^3/인·일]로서 합계는 약 0.2[m^3/인·일] 정도로 보고 있다. 가구당 개산치는 1가구 4인 기준으로 산정하면 약 0.8[m^3/가구·일], 충분한 여유를 주면 1.0[m^3/가구·일]정도로 1가구당 약 1톤의 오폐수량이 배출된다고 보고 있다. 월촌 권역의 경우 상기 표 8의 상수도보급현황을 참고하면 661가구로 1가구당 약 1톤(ton)의 오폐수량을 적용하면 처리시설은 약 650~700톤(ton) 규모로 오폐수처리시설의 용량이 산정 된다. 월촌 권역의 경우 향후 방류수의 수질기준 강화와 유지관리를 고려한 고급처리방식 중에서 장기폭기방식 또는 접촉산화방식을 권장하나, 보다 자세한 사항은 계획·설계단계에서 전문 업체의 자문이 필요한 것으로 사료된다. 현재 함안군내 생활기반시설로 하수처리시설은 표 9를 참조하면 가야에 6,800톤/일(처리방식 :산화구) 규모가 가동 중에 있고, 대산에 600톤/일(처리방식:SBR)규모가 공사 중이며, 칠서면 이룡에 300톤/일(처리방식:SBR)규모가 공사 중에 있다. 또한 칠원에 2,600톤/일, 군북에 700톤/일 규모가 계획 중이고, 마을단위로는 월촌리 정암마을에 용량 90톤/일 규모의 오수처리시설이 공사예정에 있다. 참고로 일반적일 마을하수처리시설의 전경[1]을 그림 4에 나타낸다.

그림 4 마을하수처리시설의 전경

5. 급수 인구수의 예측[2]

5.1 계획년도의 정의

상하수도와 같은 반영구적인 시설은 인구의 변동에 따른 수량의 수요변동이 예상되며 이를 고려한 계획이 요구된다. 따라서 현재의 대상만을 고려한 계획은 공급능력에 대한 과부족이 발생할 수 있으므로 충분히 장래 수요를 산정하여 계획을 수립하는 것이 필요하다. 장래의 연차를

1) 환경부 하수도통계자료를 참고함.
2)이양규·김갑진 공저, 상하수도공학, 보문당, 2004. p.p25-p.p33

산정하여 처음부터 시설의 공급능력이 충분하도록 미리 광대한 능력을 계획하는 연도를 계획연도(period design)라고 한다. 계획년도를 길게 잡으면 시설능력에 여유가 있으며 기간이 길고 초기투자비용이 크게 된다. 반대로 짧게 잡으면 곧 확장계획이 필요하게 되고 시설이 복잡하게 되며 유지관리상 문제가 많게 된다.

5.2 인구예측방법

(1) 평균인구증가수를 기준으로 하는 방법

특정지역 인구의 추정은 현저한 사회변동이 예상되지 않는 비교적 안정된 증가를 보이고 있는 경우에는 다음의 (1)식과 같이 나타낼 수 있다. 단, 사용하는 과거 실적은 약20년 정도 장기간의 기록에서 이상 증감을 제외하고 사용한다.

$$P_n = P_0 + n \cdot a \quad (1)$$

여기서, P_n : n년 후의 추정인구

P_0 : 현재인구

n : 현재부터 계획 연차까지 연수

a : 연평균 인구증가 수($a = \frac{P_0 - P_t}{t}$)

P_t : 현재로부터 t년 전의 인구

(1)식은 등차증가법이며 인구예측이 과소 추정될 우려가 있다. 따라서 개발이 거의 끝난 도시 또는 향후 개발 가능성이 없는 지역을 대상으로 적용한다.

(2) 평균인구증가율을 기준으로 하는 방법

$$P_n = P_0(1+r)^n \quad (2)$$

여기서, r : 연평균증가율, $r = (\frac{P_0}{P_t})^{\frac{1}{t}} - 1)$

(2)식은 등비증가법이며 상당한 기간 같은 인구증가율이 지속되는 개발지역에 적용가능하며, 개발이 둔화되어 인구증가율이 체감하는 경향이 있는 경우에는 과대한 추정이 될 수 있으므로 주의를 요한다. 연평균 인구증가율의 값은 대도시의 경우 2~3%, 소도시는 0.5~1%, 읍·면지역은 약 0~0.3%정도이다.

(3) 지수함수에 의한 방법

$$P_n = P_0 + A \cdot n^a \quad (3)$$

여기서, P_n : 계획년도의 인구지수

P_0 : 현재인구를 100으로 할 경우의 실적 초연도의 인구지수

n : 실적초연도로부터 계획연도까지의 경과연수

A, a : 정수

A, a을 구하기 위해서는 (3)식에서

$\log(P_n - P_0) = \log A + a \log n$

여기서, $\log(P_n - P_0) = Y$

$\log n = X$

$\log A = b$ 라 하면

$$\therefore Y = aX + b \quad (4)$$

로 되고 Y 및 X에 관한 과거의 자료에 의해 최소자승법을 사용하여 a와 b의 정수를 정하고 이것에 의해 A가 결정된다.

(4) 논리곡선에 의한 방법[1)]

논리곡선법은 포화인구를 가정하는 점에서 다소 어려움이 있으나 도시의 인구추정에 가장 적합하다.

$$y = \frac{K}{1 + e^{(a - bx)}} \quad (5)$$

여기서, y : 추정인구

e : 자연대수(≒2.7182…)

a, b : 정수

x : 기준연도로부터의 경과연수

K : 포화인구

---

1) 논리곡선법(S곡선, logistic curve)이라고 한다. 포화인구 추정법이라고도 하며 인구증가에 대한 저항은 인구의 증가속도에 비례한다는 통계학자 Gedol의 식이며, 최소인구가 0로서 시간의 경과와 함께 점증하고 중간에 증가율이 가장 현저하며 다시 증가율이 절감하여 무한 연후에 일정한 포화인구에 도달하는 모양의 변화를 하는 함수이다.

정수 a, b 를 산정하는데 최소자승법 또는 3점법이 사용된다. (5)식을 변형하면 다음과 같이 된다.

$$bx\ \log e - a\ \log e = \log y - \log(K-y)$$

여기서, $x\ \log e = X$

$$-a\ \log e = c$$

$$\log y - \log(K-y) = Y$$

$$\therefore bX + c = Y \qquad (6)$$

최소자승법으로 b, c를 구하고 a를 구할 수 있다.

$$a = -\frac{c}{\log e} = -\frac{1}{\log e} \cdot \frac{\Sigma X^2 \cdot \Sigma Y - \Sigma X \cdot \Sigma XY}{N\Sigma X^2 - \Sigma X \cdot \Sigma X}$$

$$b = \frac{N\ \Sigma XY - \Sigma X \cdot \Sigma Y}{N\ \Sigma X^2 - \Sigma X \cdot \Sigma X}$$

여기서, N : 인구통계의 자료수

(5) 최소자승법에 의한 방법[1]

연평균 증가인구수를 기본으로 몇 개의 자료에서 최소자승법을 사용하여 인구수를 추정할 수 있으며 간단하면서도 신뢰도가 높아 많이 사용된다.

$$Y = aX + b \qquad (7)$$

여기서, X : 기준연도로부터 경과연수

a, b : 정수

Y : n년 후의 인구수

(7)식에서 정수 a, b는 다음과 같이 구한다.

$$a = \frac{N \cdot \Sigma XY - \Sigma X \cdot \Sigma Y}{N \cdot \Sigma X^2 - \Sigma X \cdot \Sigma X}$$

$$b = \frac{\Sigma X^2 \cdot \Sigma Y - \Sigma X \cdot \Sigma XY}{N \cdot \Sigma X^2 - \Sigma X \cdot \Sigma X}$$

여기서, N : 인구통계의 자료 수

a와 b를 (7)식에 대입하여 n년 후의 인구수를 예측할 수 있다. 인구의 증감에 따라 상하수도의 시설용량, 급수량 등을 산정한다.

1) 최정우, 현길수, 「상수도공학」, Σ시그마프레스, 2000.

5.3 대상지역의 계산에 의한 인구예측

특정지역의 인구변동추이를 알면 여러 분야에서 활용도가 높을 것으로 사료된다. 농촌종합개발사업의 기초생활환경시설분야 상하수도시설의 계획 및 설계단계에도 시설용량, 1일급수량 산정 등에 없어서는 안 되는 유용한 데이터라 할 수 있다. 여기서는 앞 절에서 설명한 장래인구예측방법 중 비교적 간단하면서도 신뢰도가 높다고 평가되는 최소자승법을 이용하여 대상지역인 함안군의 인구증감추이를 알아보고 계산결과가 상하수도시설 계획에의 적용 가능성여부를 검토한다. 본 계산에서는 함안군 통계연보 인구데이터를 참고하였으며 1992년부터 2004년까지의 13년간을 사용[2]하여 2010년도의 인구예측결과를 표 10에 나타낸다.

표 10 함안군 인구추이 (단위 : 명)

연 도	인구(Y)	X	X^2	XY
1992	70,212	-6	36	-421,272
1993	70,217	-5	25	-351,085
1994	68,517	-4	16	-274,068
1995	68,022	-3	9	-204,066
1996	67,269	-2	4	-134,538
1997	66,815	-1	1	-66,815
1998	66,865	0	0	0
1999	65,923	1	1	65,923
2000	64,846	2	4	129,692
2001	66,054	3	9	198,162
2002	64,318	4	16	257,272
2003	63,435	5	25	317,175
2004	62,081	6	36	372,486
합 계	864,574	0	182	-111,134
2010	59,185			

함안군의 인구는 현재 감소하고 있으며, 감소율은 최근 5년간 증가함을 알 수 있으며 2004년 대비 약 2,900명이 감소한 59,185명으로 나타났다. 1993년을 기준으로 최근 10년간 함안군의 인구변동률은 11.6% 감소하였고, 이는 전국의 도시규모별 인구변동률에서 인구 5만 이하의 읍면단위 농어촌지역의 평균 16.6% 감소에 비해 작은 인구변동률을 보이고 있다. 이렇게 인구가 감소할 경우 상하수도 계획에서 검토해야하는

2) 함안군 통계연보, 2005.

경제성 등의 제반사항은 보다 심도 있게 다루어야 된다고 사료되며 향후 해결해야 할 중요한 과제로 남겨둔다.

6. 결 론

농촌마을종합개발사업의 일환으로 시행되는 상하수도시설이 보다 합리적으로 계획되고 시행될 수 있도록 기초적인 자료를 제시하고자 관련 문헌자료를 통해 사업의 개요와 추진경위 및 체계를 살펴보았고, 세부사업 중 기초생활환경시설분야의 상하수도시설에 초점을 맞춰 관련기관의 통계자료를 수집하여 전국의 상하수도의 보급현황과 사용실태를 파악하였으며, 실제 마을종합개발사업이 추진되고 있는 함안군 월촌 권역 상하수도시설과 비교, 검토를 실시하였다.

본 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째 군북면의 상수도 보급률은 39.9%로 전국 면단위 농어촌지역 평균보급률 35.2%보다 4.7% 높게 나타났지만 전국의 90.1%와 비교하면 농촌지역의 상수도보급률은 1/3수준에도 미치지 못하며 1일급수량도 1일 1인당 급수량은 241ℓ에 불과해 전국 면단위지역 평균의 357ℓ와 비교하면 매우 열악한 실정으로 파악되었다.

둘째 하수도 보급률은 23.73%로 전국평균 하수도보급률 81.4%와 비교해 매우 낮아 날로 심각해지고 있는 자연환경을 보전하기 위하여 하수종말처리시설을 설치할 필요가 있으며, 월촌 권역의 하수처리시설은 가구 수로 산정해서 약 650~700톤 규모의 시설용량이 산정되었다.

한편, 인구수에 따라 지역실정에 맞는 시설계획과 특성을 분석하여 향후 농촌마을종합개발사업의 일환으로 시행되는 상하수도시설계획의 방향제시를 목표로 함안군 인구의 증감을 예측하였다. 예측결과의 함안군의 인구는 현재 감소하고 있으며 최근 10년간 함안군의 인구는 11.6% 감소하였고 전국 농촌지역의 평균 16.6% 감소에 비해 작은 변동률을 보이고 있으나 2010년도 예측인구는 2004년 대비 약 2,900명이 감소하는 것으로 나타났다.

인구가 감소 시 상하수도계획에서 경제성 등의 제반사항은 심도 있게 검토되어야하며 해결할 중요한 과제로 향후 이에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 김승근, 농촌마을 종합개발사업의 계획방향에 관한 연구, 한국농촌건축학회논문집, 제7권 3호 통권21호 2005. 10.
2. 김강섭, 이상정, 농촌지역 개발정책의 변천과정과 특성에 관한 연구, 한국농촌건축학회논문집, 제6권 3호 통권18호 2004. 10.
3. 경상남도 함안군 월촌 권역 농촌마을종합개발사업 기본계획, 함안군, 한국농촌공사, 2006. 2.
4. 친환경적 농촌마을 만들기, 한국농촌건축학회 춘계학술 발표집, 2005.
5. 주민참여에 의한 농촌마을 만들기, 한국농촌건축학회 춘계학술 발표집, 2006.
6. 이양규, 김갑진, 「상·하수도공학」, 도서출판 보문당, 2004.
7. 최정우, 현길수, 「상수도공학」, Σ시그마프레스, 2000.
8. 최정우, 현길수, 「하수도공학」, Σ시그마프레스, 2002.
9. http://www.ekr.or.kr 한국농촌공사, 농어촌생활환경개선
10. 환경부 통계연감
11. 건설교통부 통계연감
12. 함안군 통계연보, 2005.